

## &lt;研究員報告&gt;

## 在外研究報告

岡田謙介<sup>1</sup>

## Report on the Visiting Research

Kensuke Okada<sup>1</sup>

## 1. 研究報告

昨年度1年間、カリフォルニア大学アーバイン校 (University of California, Irvine) の Michael D Lee 教授に受け入れていただき、在外研究を行う機会に恵まれました。同教授はベイズ統計学のアプローチを用いた統計モデリングやその心理学への応用についての研究の第一人者です。ほかにも同じ分野の、偶然同い年でもあり仲良くしてくれた Joachim Vandekerckhove 准教授をはじめ、多くの同僚や大学院生らに恵まれました。そして、研究課題として挙げておりました、ベイズ統計学のアプローチを心理学の実際の問題に、特に多次元尺度法を用いた問題に活用するための研究に取り組みました。新たな方法論と応用に関して、1年間で挙げることでできた研究成果をここに簡単に記し、日米双方のお世話になった多くの方々への御礼とご報告に代えさせていただきますと思います。

## (1) 個人差を表現する多次元尺度法の方法論の開発

第1の結果は、多次元尺度法 (multidimensional scaling) の新たな個人差モデルの開発、およびその応用についてのものでした。多次元尺度法は、対象間の観測非類似度データの生成モデルとして、潜在次元上の各対象の布置を考える方法です。統計学における多変量解析法のひとつと見なされることも多い多次元尺度法ですが、実はそのルーツは心理学にあります。例えば回答者の評定した複数の色の間の類似度評定データから多次元尺度法を用いて色の認知空間を再構成する、といった研究が、実験心理学では半世紀以上前から行われてきました。しかし、多次元尺度法の応用場面における入力としては、伝統的に対象×対象の1相2元データが用いられてきました。実際に心理学で収集するのは、複数の個人に対象ペア間の類似度を評定してもらった場合に代表される、個人×対象×対象の2相3元データであることが多いのですが、その場合でも個人について平均をとり、1相2元データとして分析に用いることがほとんどでした。

しかし、この個人について平均をとる操作によって、データが本来持つ重要な情報が失われてしまうことが最近の研究

によって明らかになってきました。そこで本研究では、ベイズ認知モデリングのアプローチを用いて、2相3元データをそのまま扱うことができ、個人差と集団差をともに表現できる多次元尺度法 Bayesian K-INDSCAL を提案しました。この方法は、いくつかの集団間で共通の布置と、個人に独自の重みとを、不確実性の評価を伴いつつ推定できるという特徴を持ちます。近年進んだマルコフ連鎖モンテカルロ法に基づく推定と、多次元尺度法に特有の不定性を解消するための事後処理を用いることで、安定した解を得ることができました。

また、この提案手法を複数の心理学データに適用し、異なる次元数間での統計的モデル選択や、実質科学的な仮説の評価が可能になることを示しました。さらに、既存の最小二乗法に基づく推定法との比較を行ったところ、提案手法のほうを実データでもより解釈可能性が高いと判断できる結果が得られました。以上の成果は、Lee 教授と共著でアーバインの隣町ニューポートビーチで開催された Society for Mathematical Psychology 年次大会において発表し、さらに同教授との共著論文として *Journal of Mathematical Psychology* 誌70巻に掲載されました。

## (2) ベイズ統計学のアプローチによる多次元尺度法の展望

第2の結果は、統計学的観点からみた、ベイズ統計学の方法による多次元尺度法についての総説です。統計学的方法としては、多次元尺度法に対するベイズのアプローチの導入は比較的遅く、基本的なモデルと推定法が提案されたのも今世紀に入ってからでした。その後いろいろな面で方法論的進展があったものの、こうした進展についての展望論文は見当たりませんでした。そこで本研究では、これまでに提案されてきたベイズ統計学のアプローチによる多次元尺度法の各種方法について、その類似点・相違点と意義を明らかにしながら展望を行いました。具体的に扱ったのは、間隔尺度以上のデータについての計量モデルと順序尺度以下のデータについての非計量モデルの差異、非対称性データを扱えるように拡張したモデル、Minkowski 計量を導入することによって距離関数を拡張・一般化したモデル、対象の布置よりもクラスタリングを主眼とする場合のモデル、行と列が異なる変数に対応する場合の展開型モデル、といった各種のモデルにおける研究の発展についてでした。さらに、第1の成果で提案し

---

受稿日2016年12月22日 受理日2017年1月14日<sup>1</sup> 専修大学人間科学部心理学科 (Department of Psychology, School of Human Sciences, Senshu University)

た、個人差を考慮した多次元尺度法のベイズ的方法を、新たな心理学の実データに適用して解釈可能性の高い結果を得ました。本成果は、現在日本計算機統計学会誌の論文誌で査読中です。現時点では採択決定してはいないものの、何かしらの形で公刊することができる見込みであります。

### (3) 政治的認知へのベイズ多次元尺度法の応用

第3の結果は、上記二つの成果に基づき開発したベイズアプローチによる多次元尺度法を、空間分析という枠組みで、政治学的認知の問題へと応用することでした。国・政党・議員・有権者といった関心のある対象を、イデオロギーや社会的立場に対応する意味をもった次元上、および次元によって張られる空間上に布置し分析することは、社会心理学や政治科学における重要な関心のひとつです。空間分析 (spatial analysis) と総称される方法論により、関心のある複雑な対象間の関係性を少数の次元へと捨象して理解し、有権者のような意思決定主体の選択・判断をよりよく説明し、また予測することが可能になります。計量政治学においては、心理学で得られた知見や手法を援用して数理モデルとしての空間を考える理論研究と、投票や連合などの現象を説明する実証研究を結びつけることが、従来から試みられてきました。政治的認知空間を分析の対象とするには、個人差や集団差を表現することが必要であり、本研究課題で開発したベイズアプローチによる多次元尺度法を用いた、仮説の評価・検証はそのための有望な方法と考えられます。そこで実際に、政策についての専門家調査データについて本課題で提案したBayesian K-INDSCALによるモデリングを行い、その含意を論じました。結果として、例えば政党再編期における流動的な状況を、政策空間上に表現し、解釈することができました。この成果は東京大学の加藤淳子先生との共著論文として、行動計量学誌43巻に掲載されました。

以上のように、ベイズ統計学を用いた多次元尺度法の新たな方法論の開発と、その既存の研究の流れの中への位置づけ、そして心理学や社会科学への応用について、結果をまとめることができました。成果として挙げた上記3編の論文には、いずれも専修大学特別研究員研究課題の成果である旨を謝辞等で明記しました。

## 2. 滞在報告

温暖でカラッとしていて太陽が眩しい南カリフォルニアの空と、フレンドリーで研究関心を共有する同僚に恵まれ、快適な研究生活を送ることができました。専修大学の同僚や学生たちをはじめ、日本からいろいろな人たちが訪れてくれたことも嬉しかったです。本学心理の大学院生たちは、先にも触れた、アーバインの隣町ニューポートビーチで開かれた数理心理学の国際学会発表のために訪れてくれました。発表

後、夜に近場のロサンゼルス・エンゼルス野球の試合を観に行こうとチケットをとっていたのですが、なんと想定外の雨。南カリフォルニアは基本的に雨の降らない、燦々と輝く太陽とヤシの木の土地のはずなのですが…球場で数時間待っても雨はあがらず、試合中止になってしまいました。エンゼルスホームゲームが雨天中止となったのはなんと1995年以来20年ぶり、1,609試合ぶりの出来事だったそうです。アーバインの同僚たちにも、野球が中止になることなんてあったんだ、と驚かれました（誰が雨男だったのでしょうか?）。

本学心理学科の4年生たちも夏休みを利用して訪れてくれ、キャンパスでLee教授と一緒に食事や議論をすることができました。彼らはいずれもこれが初めての海外でした。パスポートさえ持ってくれば大丈夫だから、と事前に口を酸っぱく言ったにも関わらずお約束通りに家にパスポートを忘れて飛行機に乗れなかったり、ロサンゼルスでスーパーで警備員さんにペットボトルを盗んだと勘違いされて別室に連れていかれたり、道中いろいろな事件があったようですが、ぶじ旅程を終えて帰国できたようです。夏休みのよい経験になっていたら嬉しいな、と思います。

もちろん、私が1年間でした失敗も数え切れません。例えば、いまだに皆に笑われるのは同僚たちと中華料理を食べに行ったときのことです。Stinky tofuというメニューがあり、stinkyという単語を知らなかった私は、豆腐おいしいよねといいながらそれを頼んだのですが…、これはいわゆる臭豆腐のこと。料理が出てきた瞬間からわれわれのテーブルを中心とする一帯が異臭に包まれ、両隣のグループの人たちも思わず遠ざかってしまうほどでした。鼻をつまんで食べれば味はおいしいはず、と、思ったのですが…。普段何でもおいしく食べる私ですが、これだけはついに嗅覚が味覚を優越できず、食べることができませんでした。Stinkyというのは、炎天下にアメフトの試合で汗まみれになった中学生が着ていたシャツの、1時間後のにおいみたいなのをいうんだよ、と後で同僚が教えてくれました。うん、それ、先に言ってほしかったですよ。

ともあれ、そうした幾多の失敗を割り引いても、充実した1年を送ることができました。一端の成果を挙げ、充実した研究期間を送ることができましたのも、ひとえに快く送り出してくださった本学心理学科、そして人間科学部の先生方、講義や学会の仕事を代行してくださった先生方、サポートしてくださった学務課や教務課をはじめとする事務の方々、そして時差を越えてスカイプミーティングを重ねつつ自分の研究を進めてくれた研究室の学生たちのおかげです。改めまして、この場をお借りして篤く感謝を申し上げます。私も、海外からでも来たいと思ってもらえるようなおもしろい研究とそのための教育をしていくこと、それができる研究室を作っていくことを、近い将来の目標にしたいと思います。